УДК:631.3 - 351

С.А.ПАРТКО

ОПТИМИЗАЦИЯ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ХОДОВОЙ СИСТЕМЫ УБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

Анализируется использование вероятностных критериев при расчете оптимальности колебательных параметров мобильных сельхозмашин. Приводится пример.
Ключевые слова: *целевая функция, квантиль, вероятность.*

Уборочный комбайн должен выполнять технологический процесс уборки при минимальных потерях урожая, обеспечивать плавность хода машины для создания комфортных условий труда механизатора, при этом затраты энергии на передвижение машины должны быть минимальными.

При оптимизации колебательных параметров таких мобильных сельскохозяйственных зерноуборочных и силосоуборочных комбайнов и тракторов и используются интегральные критерии [1-6], критерии эффективности [2], а также вероятностные критерии [3].

Рассеивание колебательных параметров машин и условий эксплуатации привело к необходимости рассмотрения критериев оптимальности ходовой системы комбайна в вероятностном аспекте и представить критерий оптимальности в виде минимумов для вероятностей:

$$P\{D_R > [D_R]\} = \min; \quad P\{D_{\ddot{Z}} > [D_{\ddot{Z}}]\} = \min; \quad P\{D_\varphi > [D_\varphi]\} = \min. \qquad (1)$$

Здесь $D_{\ddot{Z}} = \sum^{r} \sigma^2_{Ri}$ - целевая функция плавности хода, или дисперсия вертикальных ускорений корпуса молотилки; $D_\varphi = \sum^{r} c^2_{\varphi i}\varepsilon^2_i$ - целевая функция энергетики, или дисперсия крутящего момента в приводе ходовой системы; $D_R = \sum^{r} \sigma^2_{Ri}$ - целевая функция агротехники, или дисперсия нагрузок на башмаках жатки; $[D_R],[D_{\ddot{Z}}],[D_\varphi]$ - допустимые значения целевых функций.

Общий критерий оптимальности имеет вид:

$$P\{D_R > [D_R]; \quad D_{\ddot{Z}} > [D_{\ddot{Z}}], D_\varphi > [D_\varphi]\} = \min . \qquad (2)$$

Для решения задачи локального оптимума представим целевую функцию плавности хода, например, в виде элементарной случайной функции, представляющей собой произведение неслучайной функции $\overline{D}_{\ddot{Z}}$ на случайную величину ε:

$$D_{\ddot{Z}} = \overline{D}_{\ddot{Z}} \cdot \varepsilon , \qquad (3)$$

где $\overline{D}_{\ddot{Z}}$ - математическое ожидание целевой функции; $\varepsilon = 1 + u_P V_{\ddot{Z}}$ - нормально распределенная случайная величина, имеющая среднее

значение, равное единице, и коэффициент вариации, равный $V_{\ddot{Z}}$ (вертикальных ускорений молотилки).

Параметры статистических распределений вертикальных ускорений зерноуборочных комбайнов и самоходных шасси приведены в [3], по этим распределениям и допускаемому значению целевой функции определяли квантиль нормального распределения

$$u_P = \frac{1}{V_{\ddot{Z}}}\left\{\frac{\left[D_{\ddot{Z}}\right]}{\overline{D}_{\ddot{Z}}} - 1\right\}, \quad (4)$$

и задача оптимизации была представлена в виде выбора колебательных параметров молотилки, при которых $u_P = \max$.

По известным таблицам [4] находили вероятность $P(u_P = \max)$, что соответствует выполнению условия

$$P\left\{D_{\ddot{Z}} > \left[D_{\ddot{Z}}\right]\right\} = \min. \quad (5)$$

Рассмотрим примеры использования вероятностных критериев при расчетах оптимальности колебательных параметров ходовых систем комбайнов ДОН - 1500.

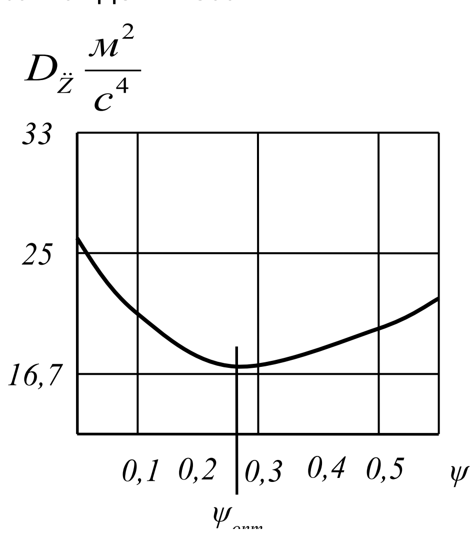


Рис.1. График целевой функции

На рис.1 представлен график целевой функции $D_{\ddot{Z}}$ для молотилки комбайна при работе машины в транспортном режиме. Оптимизируемым параметром здесь является относительный коэффициент затухания вертикальных колебаний молотилки *ψ*, обусловленных потерей энергии колебаний в шинах ходовых колес. На графике отмечено значение *ψопт.* Задаемся теперь $\left[D_{\ddot{Z}}\right] = 4\,м^2/см^4$ из условия $\ddot{Z}_{\max} \le 0{,}2q$ согласно санитарных норм для операторов на ограничение вибраций на рабочем месте механизатора и перейдем к вероятностному критерию (5). Из графика (рис.2) помимо значений *ψопт.* было установлено, что вероятность превышения заданного уровня вибрации $1 - \left(u_P = \max\right) = 0{,}38$. Поэтому оптимизация только по *ψ* является неэффективной, так как в данном случае при *ψ =ψопт.* у 38% из всего парка машин $D_{\ddot{Z}} > \left[D_{\ddot{Z}}\right]$, что по условию равно $\ddot{Z}_{\max} > q$ и не соответствует условию на ограничение вибраций рабочего места машины.

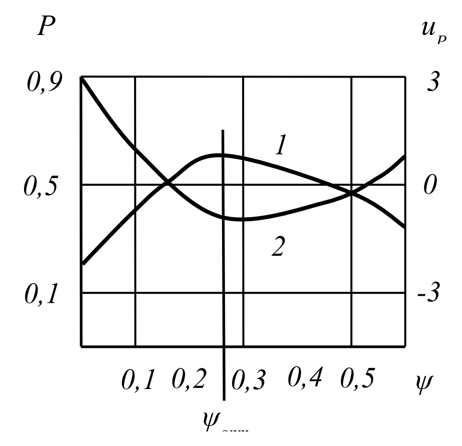


Рис.2. К определению локального оптимума: 1 - квантиль u_P; 2 – вероятность $1 - P(u_P)$

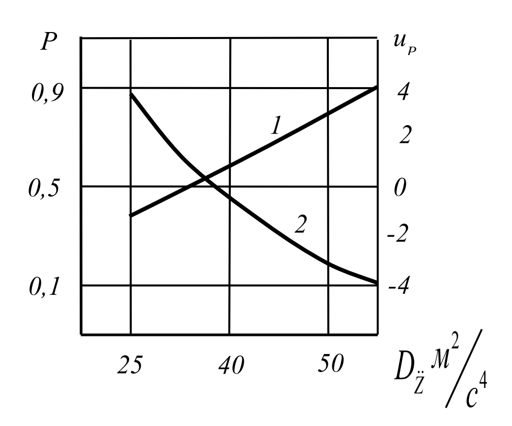


Рис.3. К определению локального оптимума с ограничениями: 1 – квантиль u_P; 2 – вероятность $1 - P(u_P)$.

На рис.3 представлены результаты расчетов, связанные с оптимизацией жесткости шин ходовых колес комбайна. В этом случае имеет место задача нахождения локального оптимума с ограничениями.

Выводы. Использование вероятностного критерия оптимизации для такой задачи позволило установить, что при снижении жесткости шин ходовых колес на *$5 \cdot 10^3$ Н/м* вероятность превышения $D_{\ddot{Z}}$ снижается от $1 - P(u_P) = 0{,}0338$ до $1 - P(u_P) = 0{,}1$. Таким образом, вероятность нарушения требований ISO существенно уменьшается.

Библиографический список

1. *Гриньков Ю.В.* Динамика процесса копирования рельефа поля жаткой зерноуборочного комбайна. / Ю.В. Гриньков, В.П.Жаров, В.А.Фокин, В.П.Землянухин. // Динамика узлов и агрегатов сельхоз.-машин: Сб. ст. – Ростов н/Д., 1983.
2. *Анилович В.Я.* Статическая теория подрессоривания машино -тракторных агрегатов: автореф. дис… д-ра наук. – М., 1967.
3. *Грошев Л.М.* Гидромеханический привод в агропромышленном комплексе: учеб. пособие. / Л.М.Грошев, А.Д.Дъяченко. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2006.
4. *Смирнов Н.В.* Курс теории вероятности и математической статистики. / Н.В.Смирнов, И.В.Думин-Барковский. – М.: Наука, 1965.
5. *Гриньков Ю.В.* Основные принципы инженерного расчета упругих колебаний конструкций зерноуборочных комбайнов: дис… д-ра наук. - Волгоград, 1971.

6. *Грошев Л.М.* О представлении критериев оптимальности динамических систем в вероятностном аспекте: тр. совещ. «Проблемы оптимизации в машиностроении». / Л.М. Грошев. - Харьков, 1982.

Материал поступил в редакцию 17.03.08.

S.A.PARTKO

VIBRATORY PARAMETERS OPTIMIZATION OF HARVESTER`S RUNNING GEAR SYSTEM.

The article gives the analysis of possible criteria of application when accounting vibratory parameters mobile agricultural machines optimization. The example is given.

ПАРТКО Светлана Анатольевна, ассистент и соискатель кафедры «Основы конструирования машин» Донского государственного технического университета. Окончила ДГТУ в 1995 г.
Область научных интересов: динамика машин.
Имеет 2 научные публикации.